

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЛИМОРФНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ $\alpha+\beta$ ТИТАНОВОГО СПЛАВА С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДИК

Сбитнева Т.С.¹, Пастухов Д.С.¹

*Руководители: инженер II категории Степанова А.Ю.²,
доцент Водолазский Ф.В.¹*

¹ - ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург,

² – ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», г. Верхняя Салда.
f.v.vodolazskiy@ustu.ru

Определение температуры полиморфного превращения ($T_{пп}$) необходимо для установления оптимальных параметров деформации и режимов термической обработки титановых сплавов.

В качестве материала для исследования был взят пруток из промышленного сплава ВТ9кд2ш диаметром 63 мм, полученный прессованием и дальнейшими прокатками в $\alpha+\beta$ области. В работе представлен расчетный и металлографический методы определения температуры полиморфного превращения.

Расчетная методика определения $T_{пп}$ основана на линейном уравнении зависимости температуры полиморфного превращения от содержания легирующих компонентов и примесей. Для сплава ВТ9 расчетное значение $T_{пп}$ составило 1008°C.

Металлографически $T_{пп}$ была определена методом пробных закалок. Нагрев образцов производился в интервале температур 975...1005°C с шагом 5°C в лабораторной электрической трубчатой печи с выдержкой при температуре закалки 1 час и последующей закалкой в воду.

Измерение объемной доли первичной α -фазы проводилось точечным методом путем наложения тестовой сетки на фотографии микроструктуры. Определение средней величины зерна осуществлялось методом сравнения со стандартными эталонами ASTM E112.

После закалки с температуры 975°C структура представляет собой мартенситную матрицу и глобулярные образования первичной α -фазы, доля которой составляет 22 % (таблица 1, рисунки 1, 3 а, б). Повышение температуры нагрева под закалку до 1000°C способствует дальнейшему снижению объемной доли первичной α -фазы в структуре, очевидно, за счет ее растворения в β -твердом растворе (таблица 1, рисунки 1, 3 в, г). Полное растворение α -фазы происходит при 1005°C (таблица 1, рисунки 1, 3 д, е). На кривой изменения размера зерна (рисунок 1) наблюдаются две прямолинейные зоны с разным углом наклона: пологая зона до 990°C, когда количество первичной α -фазы составляет $\approx 10\%$, и более крутая

после 990°C. Из этого можно заключить, что когда доля первичной α -фазы снижается до 10%, начинается интенсивный рост зерна.

Структура исходного образца после деформации в ($\alpha+\beta$)-области представляет собой зерна первичной α -фазы и превращенную β -фазу пластинчатого строения, твердость составляет 369 HV (рисунок 2).

После закалки с температуры 975°C образуется структура, представляющая собой мартенситную матрицу и глобулярные образования первичной α -фазы, а твердость возрастает до 422 HV.

Рентгеноструктурный фазовый анализ показал, что в этом образце присутствует α -фаза и α'' - фаза с ромбической решеткой. Рентгенограмма представлена на рисунке 3.

Таблица 1

Характеристики объемной доли первичной α -фазы и размера зерна после закалки в интервале температур 975...1005°C

Температура закалки, °C	Объемная доля первичной α -фазы, %	Размер зерна	
		балл	мм
975	22	9,5	0,013
980	19	8,5	0,019
985	11	8	0,022
990	9	7,5	0,027
995	3	5,5	0,055
1000	1	3,5	0,105
1005	0	0	0,51

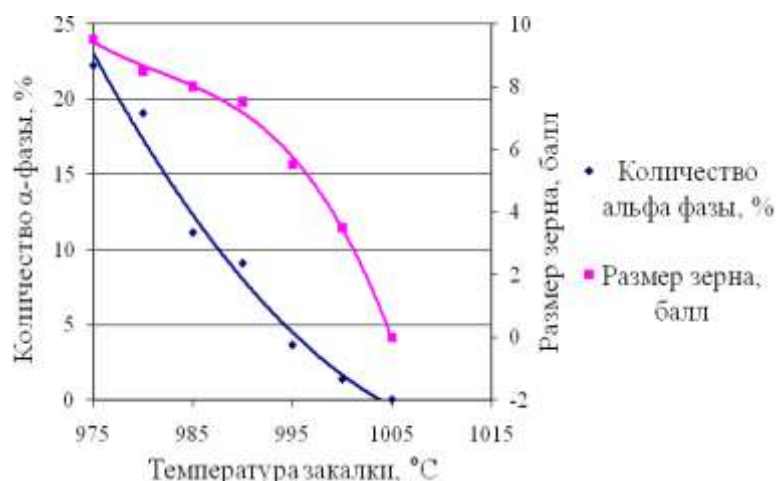
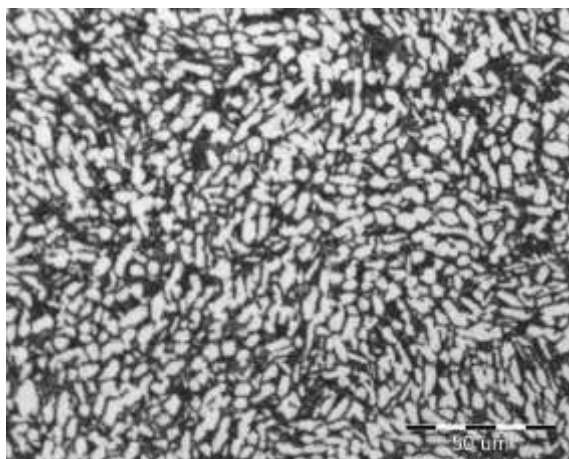
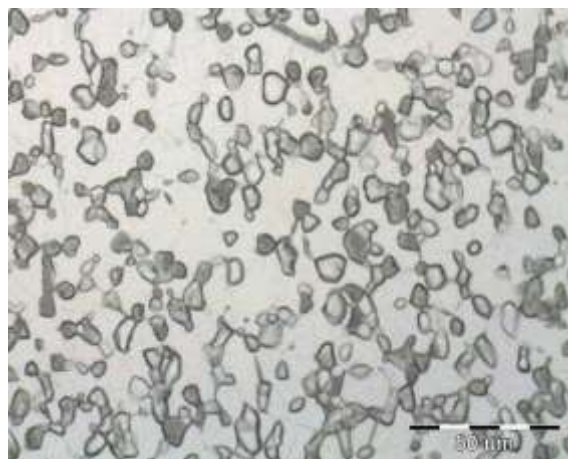


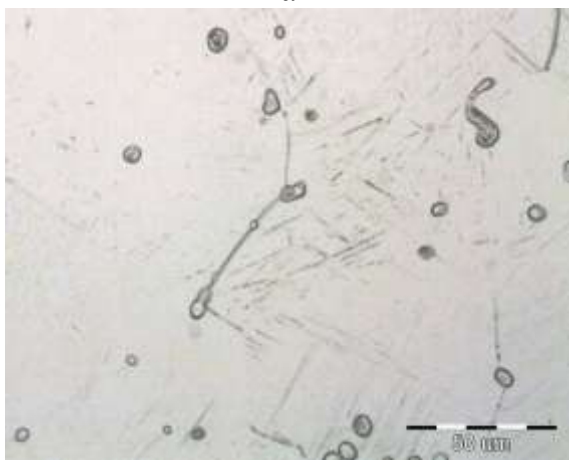
Рисунок 1 График зависимости количества α -фазы и размера зерна сплава ВТ9кд2ш от температуры нагрева под закалку



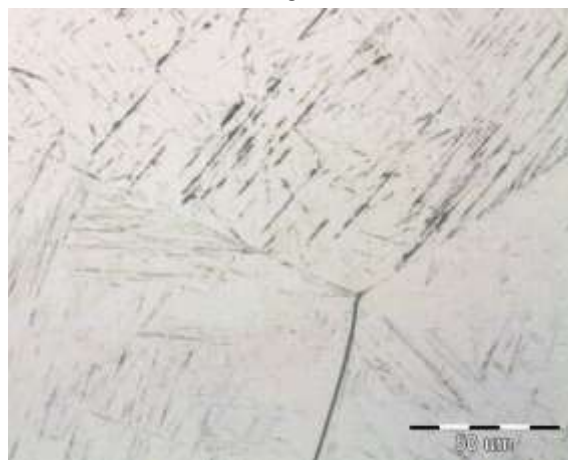
а



б



в



г

Рисунок 3 Изменение микроструктуры сплава VT9кд2ш:

а) исходное состояние;

б) закалка в воду с температуры 975°C (выдержка 1 час);

в) закалка в воду с температуры 1000°C (выдержка 1 час);

г) закалка в воду с температуры 1005°C (выдержка 1 час)

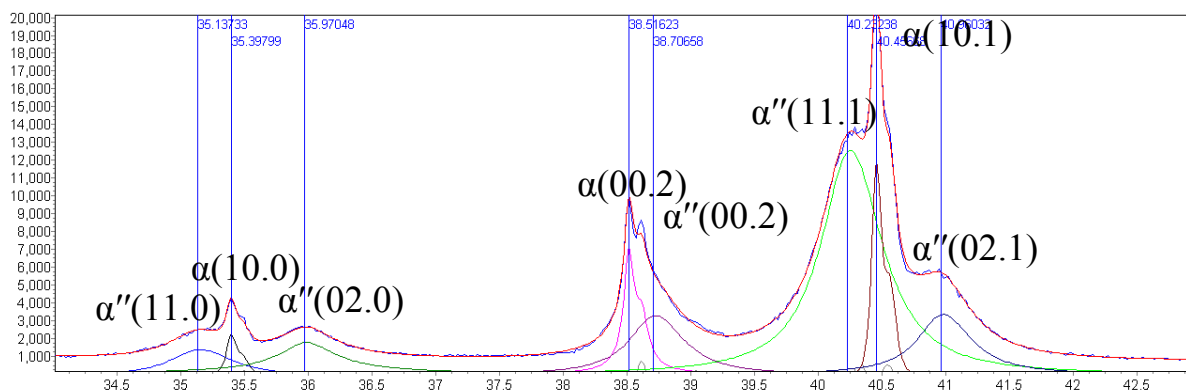


Рисунок 3 Рентгенограмма образца из сплава VT9кд2ш после закалки с температуры 975°C

Полное растворение первичной α -фазы происходит при 1005°C , структура представлена одним мартенситом, твердость составляет 453 HV. Высокая твердость, вероятно, свидетельствует о том, что после закалки с температуры 1005°C в этом сплаве образуется α' -фаза, более твердая, чем ромбическая фаза α'' .

Таким образом, структура, образовавшаяся при охлаждении на воздухе с температуры деформации ($T_{\text{ПД}} - 50 \dots 80^{\circ}\text{C}$) является наиболее пластичной. Повышение твердости после закалки с температуры $T_{\text{ПД}} - 20^{\circ}\text{C}$ обусловлено частичным растворением первичной α -фазы и образованием более твердой структуры мартенсита (α''). После закалки с температуры выше $T_{\text{ПД}}$ полностью образуется мартенситная структура, а тип мартенсита меняется на α' . Твердость при этом становится максимальной.

Величина $T_{\text{ПД}}$ для данного сплава, определенная металлографически как среднее между температурой нагрева под закалку, при которой в структуре остается минимальное число участков первичной α -фазы (1000°C), и температурой нагрева, после закалки с которой сплав имеет однофазную мартенситную структуру (1005°C) составила 1003°C , а рассчитанная по данным химического состава, составила 1008°C . Разница между расчетным значением $T_{\text{ПД}}$ и определенным металлографически составляет 5°C , что является допустимым.